

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-181376

(43) 公開日 平成7年(1995)7月21日

(51) Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G02B 13/04

D

審査請求 未請求 請求項の数 1 F D (全15頁)

(21) 出願番号 特願平5-344668

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(22) 出願日 平成5年(1993)12月21日

(72) 発明者 高田 勝啓

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

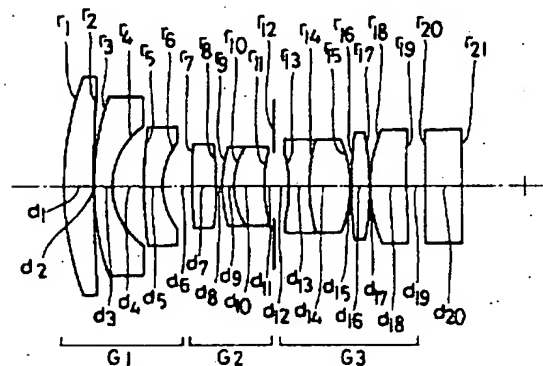
(74) 代理人 弁理士 向 寛二

(54) 【発明の名称】 バックフォーカスの長い広角レンズ

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 バックフォーカスが長く、高密度固体撮像素子を用いたカメラに最適な高い光学性能の広角レンズを提供する。

【構成】 負のパワーの第1レンズ群G1と正のパワーの第2レンズ群G2とを備え、第1レンズ群が正レンズの第1レンズと物体側が凸面の負のメニスカスレンズの第2レンズと、物体側に凹面を有し物体側の面よりも像側の面のパワーが強い負レンズの第3レンズからなり、第2レンズ群が最も物体側のレンズ成分として像側が凹面の単レンズもしくは接合レンズからなるメニスカスレンズを含み、第3レンズ群G3が物体側が凹面の接合メニスカスレンズと少なくとも1枚の正レンズからなる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側から順に、負のパワーを持つ第1レンズ群と正のパワーを持つ第2レンズ群と正のパワーを持つ第3レンズ群とを備え、前記第1レンズ群が物体側から順に、正レンズの第1レンズと物体側に凸面を向けた負のメニスカスレンズの第2レンズと、像側に凹面を有し物体側の面よりも像側の面の方がパワーが強い負レンズの第3レンズからなり、前記第2レンズ群が最も像側のレンズ成分として像側に凹面を向けた単レンズもしくは接合レンズからなるメニスカスレンズを含み、前記第3レンズ群が物体側から順に、物体側に凹面を向けた接合メニスカスレンズと少なくとも1枚の正レンズからなり、以下の条件(1)、(2)、(3)、(4)、

(5)を満足することを特徴とする広角レンズ。

$$(1) \quad 1.3 < |f_1|/f < 2.2, \quad f_1 < 0$$

$$(2) \quad 1.8 < f_2/f < 4.5$$

$$(3) \quad 0.3 < f_{23}/f_2 < 1.0$$

$$(4) \quad |f/f_{12}| < 0.3$$

$$(5) \quad 0.9 < |f_{12}|/f < 1.7$$

ただし、 $f$ はレンズ全系の焦点距離、 $f_i$ は第*i*レンズ群の焦点距離、 $f_{12}$ は第1レンズ群と第2レンズ群の合成焦点距離、 $f_{23}$ は第2レンズ群と第3レンズ群の合成焦点距離、 $f_{12}$ は第1レンズ群の第2レンズと第3レンズの合成焦点距離である。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、固体撮像素子を用いたビデオカメラやスチルビデオカメラに適したバックフォーカスの長い広角レンズに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 一般に固体撮像素子を用いたカメラではイメージサークルが比較的小さい反面、レンズと撮像素子の間にローパスフィルタや赤外カットフィルタ等を配置する空間が必要となるため、焦点距離に対して長いバックフォーカスを必要とする。

【0003】 そのためこの種の広角レンズのレンズタイプとしては、物体側から順に、負正のいわゆるレトロフォーカスタイプを採用することが一般的であるが、このタイプのレンズ系は、絞りに対して非対称な配置になるため、歪曲収差や非点収差など軸外収差の補正が困難であり、長いバックフォーカスを確保しようとするほどその傾向が著しくなる。さらに固体撮像素子を用いるとイメージサークルが小さいために明るいレンズ系が必要となるため、幅広い光束に対する収差特にコマ収差の補正が困難になる。

【0004】 固体撮像素子を用いたカメラ等に使用できるバックフォーカスの長い広角レンズの従来例として、特開昭59-232310号、特開昭61-188512号、特開昭63-81310号や特開昭63-149618号公報等に記載されたレンズ系が知られている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかし最近では製造技術の発展により固体撮像素子の各ピクセルの大きさが小さくなり、非常に画素数の多い撮像素子が利用できるようになってきた。そのため固体撮像素子を用いたカメラ用のレンズ系は、極めて高い結像性能が要求され、球面収差やコマ収差を高度に補正する必要が出てきた。さらに球面収差が補正されると近軸的ガウス像面位置と球面収差を加味したベスト像面位置とのずれが少なくなるため、同時に像面湾曲や非点収差も高度に補正しないと画面中心と周辺とで像面位置がずれる問題が生じる。

【0006】 先に挙げた従来例のレンズ系は、焦点距離に比べ充分長いバックフォーカスを確保しているが、正弦条件や色の球面収差、像面湾曲、非点収差などの補正が充分でなく、最近の高密度な固体撮像素子を用いたカメラ用のレンズ系として用いることができない。

【0007】 本発明は、上記の問題点を鑑みなされたもので、バックフォーカスが長く、しかも最近の高密度な固体撮像素子を用いたカメラに最適な、極めて高い光学性能を有する広角レンズを提供することを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明の広角レンズは上記の課題を解決するために、物体側から順に、負のパワーを持つ第1レンズ群と正のパワーを持つ第2レンズ群と正のパワーを持つ第3レンズ群とからなり、第1レンズ群が物体側から順に正レンズの第1レンズと、物体側に凸面を向けた負のメニスカスレンズの第2レンズと、像側に凹面を有し物体側の面よりも像側の面の方がパワーが強い負レンズの第3レンズからなり、第2レンズ群が最も像側のレンズ成分として像側に凹面を向けた単レンズもしくは接合レンズからなるメニスカスレンズを含み、第3レンズ群が物体側から順に、物体側に凹面を向けた接合メニスカスレンズと少なくとも1枚の正レンズからなり、レンズ全系の焦点距離を $f$ 、第1レンズ群の焦点距離を $f_1$ 、第1レンズ群と第2レンズ群の合成焦点距離を $f_{12}$ 、第2レンズ群と第3レンズ群の合成焦点距離を $f_{23}$ 、第1レンズ群の第2レンズと第3レンズの合成焦点距離を $f_{12}$ とすると、以下の条件を満足することを特徴としている。

## 【0009】

$$(1) \quad 1.3 < |f_1|/f < 2.2, \quad f_1 < 0$$

$$(2) \quad 1.8 < f_2/f < 4.5$$

$$(3) \quad 0.3 < f_{23}/f_2 < 1.0$$

$$(4) \quad |f/f_{12}| < 0.3$$

$$(5) \quad 0.9 < |f_{12}|/f < 1.7$$

レンズ系のバックフォーカスを長くするためには負正のいわゆるレトロフォーカスタイプにすることが一般的であるが、特にイメージサークルの小さな固体撮像素子を用いたカメラ用のレンズ系は、焦点距離が短いために、負正共に強いパワーを必要とし、そのため負正の各レン

ズ群において諸収差の発生量が大きく、適当にキャンセルさせるなどの方法により補正することが難しい。従って負正の各レンズ群において諸収差の発生そのものを抑制することが必要となる。特にレトロフォーカスタイプのレンズ系は、負のレンズ群での軸外光線高が高くなるため歪曲収差や非点収差、コマ収差などの軸外収差を又正のレンズ群での軸上光線高が高くなるため球面収差の発生を夫々抑制する必要がある、適切なレンズ構成を選択しなければならない。

【0010】そのために本発明では負のパワーを持つ第1レンズ群として、物体側から順に、正レンズの第1レンズと、物体側に凸面を向けた負のメニスカスレンズの第2レンズと、物体側に凹面を有し物体側の面よりも像側の面がパワーが強い負レンズの第3レンズからなる構成を採用した。このように負のレンズ群の負のパワーを2つに分けることによって、収差特に負の歪曲収差の発生を極力抑制し、さらにその物体側に正のパワーを配置して正の歪曲収差を発生させて第1レンズ群での歪曲収差の発生を小さくしている。通常広画角なレンズに対しては負レンズを先行させる方が入射瞳位置を物体側に出すことが容易になるため、第1レンズの有効径が比較的小さくなり小型化に有利であるが、明るいレンズ系では負レンズを先行させると第1レンズ群内において軸上光線の光線高が高くなるために球面収差の補正が困難になるので、本発明のように高い光学性能を達成するためには正レンズを先行させることが望ましい。

【0011】次に正のレンズ群の構成を考えると、球面収差の発生を抑制するためには、負の第1レンズ群により光線高の高くなった軸上光線を滑らかに屈折させて発散光束を徐々に集光光束へと変えていくことが望ましい。しかし軸上光線を滑らかに屈折させるためには、正のパワーを多くの小さな正のパワーに分割する必要からベッツバル和が悪化し、大きな像面湾曲が発生し好ましくない。

【0012】そこで本発明では大口径レンズの球面収差とベッツバル和を両立させて補正するために、正レンズの群としてガウス型レンズの構成を採用した。すなわち正のレンズ群を正負正のパワー配置としさらに前記の負のパワーを2つに分けて正負負正とし、そのうちの物体側の正負のパワー配置の第2レンズ群と、像側の負正のパワー配置の第3レンズ群に分割した。具体的には第2レンズ群の最も像側のレンズ成分を像側に凹面を向けた単レンズもしくは接合レンズからなるメニスカスレンズで構成し、第3レンズ群は物体側から順に物体側に凹面を向けた接合メニスカスレンズと少なくとも1枚の正レンズとから構成すると良い。

【0013】このような構成にすることによって第2レンズ群および第3レンズ群の凹面近傍で軸上光線高を低くし、これらの凹面を強い面としながらも過剰な正の球面収差を発生させずに効果的にベッツバル和を補正す

ることを可能にした。

【0014】さらに第3レンズ群は物体側から物体側に凹面を向けた接合メニスカスレンズとすることにより軸上、倍率色収差を補正するようにすることが望ましい。

【0015】以上の理由により、本発明の広角レンズは、前述のように、物体側から順に、負のパワーを持つ第1レンズ群と、正のパワーを持つ第2レンズ群と、正のパワーを持つ第3レンズ群より構成し、第1レンズ群は、物体側から順に、正レンズの第1レンズと物体側に凸面を向けた負のメニスカスレンズの第2レンズと、物体側に凹面を有し物体側の面よりも像側の面がパワーが強い負レンズの第3レンズにて構成し、第2レンズ群は最も像側のレンズ成分として像側に凹面を向けたメニスカスレンズを含むようにし、第3レンズ群は物体側から順に物体側に凹面を向けた接合メニスカスレンズと少なくとも1枚の正レンズにて構成した。又高い光学性能を達成するためには上記の構成をとったうえに適切なパワー配置をすることが必要であり、そのためには前記の条件(1)乃至条件(5)を満足することが必要である。

20 【0016】条件(1)は第1レンズ群のパワーを規定したものであり、下限の1.3を越えると第1レンズ群の負のパワーが強くなりバックフォーカスを長くするためには有利であるが、ベッツバル和が過剰補正になり像面が正方向に倒れるとともに、負の歪曲収差の発生が大となって補正できなくなる。さらに第2レンズ群以降での軸上光線の光線高が高くなるため球面収差が悪化する。また上限の2.2を越えると第1レンズ群の負のパワーが弱くなりバックフォーカスが短くなるため固体撮像素子を用いたカメラ用としては適さない。

30 【0017】条件(2)は第2レンズ群のパワーを規定したものであり、下限の1.8を越えると第2レンズ群の正のパワーが強くなりバックフォーカスが短くなるため固体撮像素子を用いたカメラ用としては適さない。バックフォーカスを長くするためには第1レンズ群の負のパワーを強くするか、第2レンズ群の最も像側の凹面の曲率を強くする必要が生じ、歪曲収差の悪化やベッツバル和の過剰補正を招く。また上限の4.5を越えると第2レンズ群の正のパワーが弱くなり、バックフォーカスの確保は容易になるが、レンズ系全系の正のパワーを確保するために第3レンズ群のパワーを強める必要が生じ、ベッツバル和が悪化するとともに、コマ収差の補正が困難になる。

【0018】条件(3)は正のパワーの配分を規定したものであり、下限の0.3を越えると正のパワーが第3レンズ群に偏るためベッツバル和が悪化する。また上限の1.0を越えると正のパワーが第2レンズ群に偏るためバックフォーカスの確保が困難になると共にコマ収差が悪化する。

50 【0019】条件(4)は第1レンズ群と第2レンズ群のパワーバランスを規定したものであり、正の値で上限

の0.3を越えると、負のパワーと比較して正のパワーが強くなるためバックフォーカスの確保が困難になるとともに、ベッツバル和が悪化する。また負の値で上限の0.3を越えると、正のパワーと比較して負のパワーが強くなるため歪曲収差が悪化するとともに、第2レンズ群以降での軸上光線の光線高が高くなるために球面収差が悪化する一方、ベッツバル和が過剰補正となるために像面が正方向に倒れるために画面中心と周辺での像面のずれを生じる。

【0020】条件(5)の負の第1レンズ群における負のパワーを規定したものであり、下限の0.9を越えると負のパワーが強くなりすぎ、第1レンズとして正レンズを配置していても歪曲収差の補正が困難となる。また上限の1.7を越えると負のパワーが弱くなるためバックフォーカスの確保が困難となり好ましくない。

【0021】本発明のレンズ系は、以上の構成および条件を満足することにより初期の目的を達成することができるが、さらに高い光学性能を達成するためには、第2レンズ群の正のパワーを複数の屈折面に分担させることが望ましい。具体的には第2レンズ群を、物体側から少

なくとも1枚のレンズと単レンズもしくは接合レンズからなる像側に凹面を向けたメニスカスレンズで構成し、球面収差の発生を更に抑制することが望ましい。

【0022】本発明のレンズ系においてさらに良好に球面収差を補正するためには第2レンズ群を物体側から順に、物体側に凹面を向けた弱い正のパワーを持つメニスカスレンズと、少なくとも1枚の正レンズと、単レンズもしくは接合レンズからなる像側に凹面を向けたメニスカスレンズで構成することが望ましい。このとき第2レンズ群の最も物体側のメニスカスレンズは、第1レンズを射出した発散する軸上光線に対してアプラナティックに近い構成をとることにより、諸収差の発生を抑制しかつ適度に正のパワーを負担することが可能である。この構成により第2レンズ群で発生する球面収差を極力抑えかつ十分な大きさの正のパワーを確保することができ

る。

【0023】  
【実施例】次に本発明の広角レンズの各実施例を示す。  
実施例1

$f=8.757, F/1.6, 2\omega=67.538^\circ$			
$r_1=32.3673$	$d_1=3.0556$	$n_1=1.79025$	$\nu_1=50.00$
$r_2=106.7382$	$d_2=0.1000$		
$r_3=28.1779$	$d_3=1.9639$	$n_2=1.43985$	$\nu_2=94.97$
$r_4=7.6497$	$d_4=3.3525$		
$r_5=49.3313$	$d_5=2.0257$	$n_3=1.49845$	$\nu_3=81.61$
$r_6=7.4819$	$d_6=3.1856$		
$r_7=70.2330$	$d_7=2.6408$	$n_4=1.69979$	$\nu_4=55.52$
$r_8=-31.4318$	$d_8=0.5920$		
$r_9=15.4098$	$d_9=1.2587$	$n_5=1.60548$	$\nu_5=60.70$
$r_{10}=7.5483$	$d_{10}=3.1402$	$n_6=1.80922$	$\nu_6=39.58$
$r_{11}=13.0836$	$d_{11}=1.2000$		
$r_{12}=\infty$ (絞り)	$d_{12}=1.5000$		
$r_{13}=-20.8205$	$d_{13}=2.2184$	$n_7=1.85504$	$\nu_7=23.78$
$r_{14}=16.1969$	$d_{14}=4.5320$	$n_8=1.69974$	$\nu_8=56.49$
$r_{15}=-11.9892$	$d_{15}=0.1000$		
$r_{16}=44.6133$	$d_{16}=1.9944$	$n_9=1.59446$	$\nu_9=68.30$
$r_{17}=-29.9084$	$d_{17}=0.1000$		
$r_{18}=15.4581$	$d_{18}=3.9234$	$n_{10}=1.59446$	$\nu_{10}=68.30$
$r_{19}=109.8047$	$d_{19}=2.0000$		
$r_{20}=\infty$	$d_{20}=4.0000$	$n_{11}=1.51825$	$\nu_{11}=64.15$
$r_{21}=\infty$			
$ f_1/f =1.492,  f_2/f =2.369,  f_{20}/f =0.589$			
$ f/f_{12} =0.192,  f_{15}/f =1.074$			

【0024】実施例2

$f=8.802, F/1.655, 2\omega=66.464^\circ$			
$r_1=47.2448$	$d_1=3.4912$	$n_1=1.77620$	$\nu_1=49.66$
$r_2=246.2129$	$d_2=0.1000$		
$r_3=39.9193$	$d_3=1.7236$	$n_2=1.45720$	$\nu_2=90.31$
$r_4=10.2622$	$d_4=3.7310$		

$r_1 = 64.0056$	$d_1 = 2.3953$	$n_1 = 1.49845$	$\nu_1 = 81.61$
$r_2 = 9.5818$	$d_2 = 3.6195$		
$r_3 = -20.1080$	$d_3 = 4.1085$	$n_2 = 1.71615$	$\nu_2 = 53.84$
$r_4 = -20.3239$	$d_4 = 1.6368$		
$r_5 = 46.4946$	$d_5 = 3.9803$	$n_3 = 1.69979$	$\nu_3 = 55.52$
$r_{10} = -45.8873$	$d_{10} = 1.1402$		
$r_{11} = 15.5365$	$d_{11} = 5.4434$	$n_4 = 1.72311$	$\nu_4 = 29.51$
$r_{12} = 16.0368$	$d_{12} = 1.6000$		
$r_{13} = \infty$ (絞り)	$d_{13} = 1.6000$		
$r_{14} = -20.2470$	$d_{14} = 3.4013$	$n_5 = 1.85504$	$\nu_5 = 23.78$
$r_{15} = 17.0593$	$d_{15} = 4.3538$	$n_6 = 1.69979$	$\nu_6 = 55.52$
$r_{16} = -16.8763$	$d_{16} = 0.1000$		
$r_{17} = 88.7161$	$d_{17} = 2.8360$	$n_7 = 1.70558$	$\nu_7 = 41.21$
$r_{18} = -34.9414$	$d_{18} = 0.1000$		
$r_{19} = 25.6760$	$d_{19} = 1.7692$	$n_{10} = 1.62033$	$\nu_{10} = 63.38$
$r_{20} = 353.4543$	$d_{20} = 0.1000$		
$r_{21} = 15.9571$	$d_{21} = 3.6627$	$n_{11} = 1.60548$	$\nu_{11} = 60.70$
$r_{22} = 22.9184$	$d_{22} = 2.0000$		
$r_{23} = \infty$	$d_{23} = 2.8000$	$n_{12} = 1.51825$	$\nu_{12} = 64.15$
$r_{24} = \infty$			
$ f_1/f  = 1.820,  f_2/f  = 2.381,  f_{23}/f_2  = 0.689$			
$ f/f_{12}  = 0.071,  f_{13}/f  = 1.361$			

## 【0025】実施例3

$f = 8.804, F/1.655, 2\omega = 66.495^\circ$			
$r_1 = 50.4167$	$d_1 = 3.6170$	$n_1 = 1.77620$	$\nu_1 = 49.66$
$r_2 = 364.9905$	$d_2 = 0.1000$		
$r_3 = 39.1716$	$d_3 = 1.7858$	$n_2 = 1.45720$	$\nu_2 = 90.31$
$r_4 = 10.2601$	$d_4 = 4.1147$		
$r_5 = 216.8684$	$d_5 = 1.9092$	$n_3 = 1.49845$	$\nu_3 = 81.61$
$r_6 = 10.0369$	$d_6 = 3.6519$		
$r_7 = -37.7238$	$d_7 = 4.2518$	$n_4 = 1.70443$	$\nu_4 = 30.12$
$r_8 = -26.2068$	$d_8 = 1.6612$		
$r_9 = 59.7202$	$d_9 = 4.0331$	$n_5 = 1.69979$	$\nu_5 = 55.52$
$r_{10} = -84.9307$	$d_{10} = 1.1972$		
$r_{11} = 16.1509$	$d_{11} = 5.4614$	$n_6 = 1.74706$	$\nu_6 = 27.79$
$r_{12} = 17.5289$	$d_{12} = 1.6000$		
$r_{13} = \infty$ (絞り)	$d_{13} = 1.6000$		
$r_{14} = -17.9846$	$d_{14} = 2.0458$	$n_7 = 1.85504$	$\nu_7 = 23.78$
$r_{15} = 18.7562$	$d_{15} = 4.3629$	$n_8 = 1.69979$	$\nu_8 = 55.52$
$r_{16} = -16.5969$	$d_{16} = 0.1000$		
$r_{17} = 505.0091$	$d_{17} = 2.7456$	$n_9 = 1.72407$	$\nu_9 = 41.98$
$r_{18} = -28.8812$	$d_{18} = 0.1000$		
$r_{19} = 34.0142$	$d_{19} = 2.5000$	$n_{10} = 1.62033$	$\nu_{10} = 63.38$
$r_{20} = -134.1387$	$d_{20} = 0.1000$		
$r_{21} = 18.6002$	$d_{21} = 3.6088$	$n_{11} = 1.60520$	$\nu_{11} = 65.48$
$r_{22} = 44.8387$	$d_{22} = 2.0000$		
$r_{23} = \infty$	$d_{23} = 5.0000$	$n_{12} = 1.51825$	$\nu_{12} = 64.15$
$r_{24} = \infty$			
$ f_1/f  = 1.726,  f_2/f  = 2.653,  f_2/f_2  = 0.652$			
$ f/f_{12}  = 0.030,  f_{13}/f  = 1.304$			

## 【0026】実施例4

$f=8.808$ , $F/1.655$ , $2\omega=66.600^\circ$			
$r_1=53.5383$	$d_1=3.5094$	$n_1=1.82017$	$\nu_1=46.62$
$r_2=291.5561$	$d_2=0.1000$		
$r_3=34.0955$	$d_3=1.8718$	$n_2=1.49845$	$\nu_2=81.61$
$r_4=9.9207$	$d_4=4.6833$		
$r_5=-577.8554$	$d_5=2.0476$	$n_3=1.45720$	$\nu_3=90.31$
$r_6=9.9305$	$d_6=3.5390$		
$r_7=-38.6021$	$d_7=4.4986$	$n_4=1.77620$	$\nu_4=49.66$
$r_8=-28.7182$	$d_8=1.8950$		
$r_9=41.0852$	$d_9=4.4449$	$n_5=1.72794$	$\nu_5=37.95$
$r_{10}=-113.7560$	$d_{10}=1.7019$		
$r_{11}=17.0883$	$d_{11}=3.6556$	$n_6=1.69661$	$\nu_6=53.23$
$r_{12}=87.7223$	$d_{12}=2.3240$	$n_7=1.64419$	$\nu_7=34.48$
$r_{13}=15.0865$	$d_{13}=1.6000$		
$r_{14}=\infty$ (絞り)	$d_{14}=1.6000$		
$r_{15}=-19.8185$	$d_{15}=2.0011$	$n_8=1.74706$	$\nu_8=27.79$
$r_{16}=25.6764$	$d_{16}=2.5361$	$n_9=1.60520$	$\nu_9=65.48$
$r_{17}=-15.8793$	$d_{17}=0.1000$		
$r_{18}=256.3931$	$d_{18}=1.9941$	$n_{10}=1.62033$	$\nu_{10}=63.38$
$r_{19}=-27.6445$	$d_{19}=0.1000$		
$r_{20}=32.1588$	$d_{20}=2.5000$	$n_{11}=1.62033$	$\nu_{11}=63.38$
$r_{21}=-91.4844$	$d_{21}=0.1000$		
$r_{22}=18.3470$	$d_{22}=3.2083$	$n_{12}=1.62033$	$\nu_{12}=63.38$
$r_{23}=38.9410$	$d_{23}=2.0000$		
$r_{24}=\infty$	$d_{24}=5.0000$	$n_{13}=1.51825$	$\nu_{13}=64.15$
$r_{25}=\infty$			
$ f_1/f =1.625$ , $f_2/f=2.753$ , $f_{23}/f_2=0.627$			
$ f/f_{12} =0.085$ , $ f_{18}/f =1.253$			

## 【0027】実施例5

30

$f=8.804$ , $F/1.655$ , $2\omega=66.063^\circ$			
$r_1=33.4029$	$d_1=3.4832$	$n_1=1.82017$	$\nu_1=46.62$
$r_2=123.9434$	$d_2=0.1000$		
$r_3=23.1470$	$d_3=2.3382$	$n_2=1.49845$	$\nu_2=81.61$
$r_4=9.2811$	$d_4=5.9542$		
$r_5=-42.1021$	$d_5=1.9225$	$n_3=1.49845$	$\nu_3=81.61$
$r_6=9.3487$	$d_6=4.1286$		
$r_7=-33.9802$	$d_7=4.5574$	$n_4=1.77620$	$\nu_4=49.66$
$r_8=-27.2034$	$d_8=1.5230$		
$r_9=58.9469$	$d_9=4.0205$	$n_5=1.72784$	$\nu_5=38.46$
$r_{10}=-45.9715$	$d_{10}=1.0128$		
$r_{11}=\infty$ (絞り)	$d_{11}=1.0005$		
$r_{12}=20.8443$	$d_{12}=3.6318$	$n_6=1.72387$	$\nu_6=44.15$
$r_{13}=-16.3332$	$d_{13}=2.2895$	$n_7=1.73435$	$\nu_7=29.97$
$r_{14}=18.5133$	$d_{14}=3.1567$		
$r_{15}=-47.1069$	$d_{15}=2.1062$	$n_8=1.74706$	$\nu_8=27.79$
$r_{16}=36.1246$	$d_{16}=3.4680$	$n_9=1.60520$	$\nu_9=65.48$
$r_{17}=-17.8831$	$d_{17}=0.1000$		
$r_{18}=-4339.6727$	$d_{18}=2.0172$	$n_{10}=1.62033$	$\nu_{10}=63.38$
$r_{19}=-36.0414$	$d_{19}=0.1000$		

11

12

$r_{10} = 42.6713$	$d_{20} = 2.0151$	$n_{11} = 1.62033$	$\nu_{11} = 63.38$
$r_{11} = -331.3578$	$d_{21} = 0.1000$		
$r_{12} = 17.7759$	$d_{22} = 3.4696$	$n_{12} = 1.62033$	$\nu_{12} = 63.38$
$r_{20} = 57.9298$	$d_{23} = 2.0000$		
$r_{21} = \infty$	$d_{24} = 7.5000$	$n_{13} = 1.51825$	$\nu_{13} = 64.15$
$r_{22} = \infty$			
$ f_1/f  = 1.576, f_2/f = 2.818, f_{22}/f_2 = 0.595$			
$ f/f_{12}  = 0.118,  f_{11}/f  = 1.051$			

## 【0028】実施例6

$f = 8.820, F/1.655, 2\omega = 66.875^\circ$			
$r_1 = 74.6923$	$d_1 = 3.4897$	$n_1 = 1.81976$	$\nu_1 = 48.24$
$r_2 = 7060.8372$	$d_2 = 0.1000$		
$r_3 = 42.5785$	$d_3 = 2.3461$	$n_2 = 1.49845$	$\nu_2 = 81.61$
$r_4 = 11.3901$	$d_4 = 5.9632$		
$r_5 = -43.4254$	$d_5 = 1.9303$	$n_3 = 1.49845$	$\nu_3 = 81.61$
$r_6 = 11.8772$	$d_6 = 4.1385$		
$r_7 = -39.2269$	$d_7 = 4.5660$	$n_4 = 1.77631$	$\nu_4 = 52.91$
$r_8 = -24.7837$	$d_8 = 1.5289$		
$r_9 = 40.3510$	$d_9 = 4.0099$	$n_5 = 1.72990$	$\nu_5 = 44.67$
$r_{10} = -47.5286$	$d_{10} = 1.5580$		
$r_{11} = 16.7242$	$d_{11} = 3.6515$	$n_6 = 1.72639$	$\nu_6 = 48.33$
$r_{12} = 120.0000$	$d_{12} = 2.3124$	$n_7 = 1.72730$	$\nu_7 = 36.32$
$r_{13} = 15.1092$	$d_{13} = 1.6000$		
$r_{14} = \infty$ (絞り)	$d_{14} = 1.6000$		
$r_{15} = -17.5242$	$d_{15} = 2.1295$	$n_8 = 1.74831$	$\nu_8 = 28.96$
$r_{16} = 16.9182$	$d_{16} = 3.4677$	$n_9 = 1.60520$	$\nu_9 = 65.48$
$r_{17} = -14.8340$	$d_{17} = 0.1000$		
$r_{18} = 1599.1582$	$d_{18} = 1.9934$	$n_{10} = 1.62033$	$\nu_{10} = 63.38$
$r_{19} = -26.1223$	$d_{19} = 0.1000$		
$r_{20} = 34.5800$	$d_{20} = 1.9932$	$n_{11} = 1.62033$	$\nu_{11} = 63.38$
$r_{21} = -123.8744$	$d_{21} = 0.1000$		
$r_{22} = 16.9238$	$d_{22} = 3.4802$	$n_{12} = 1.62033$	$\nu_{12} = 63.38$
$r_{23} = 30.0000$	$d_{23} = 2.0000$		
$r_{24} = \infty$	$d_{24} = 7.5000$	$n_{13} = 1.51825$	$\nu_{13} = 64.15$
$r_{25} = \infty$			
$ f_1/f  = 1.471, f_2/f = 2.009, f_{22}/f_2 = 0.902$			
$ f/f_{12}  = 0.117,  f_{11}/f  = 1.180$			

## 【0029】実施例7

$f = 8.817, F/1.655, 2\omega = 66.579^\circ$			
$r_1 = 40.9078$	$d_1 = 3.4897$	$n_1 = 1.82575$	$\nu_1 = 43.83$
$r_2 = 110.4370$	$d_2 = 0.1000$		
$r_3 = 28.2940$	$d_3 = 2.3461$	$n_2 = 1.49845$	$\nu_2 = 81.61$
$r_4 = 10.8278$	$d_4 = 5.9632$		
$r_5 = 58.8090$	$d_5 = 1.9303$	$n_3 = 1.49845$	$\nu_3 = 81.61$
$r_6 = 9.1085$	$d_6 = 4.1385$		
$r_7 = -37.8361$	$d_7 = 4.5660$	$n_4 = 1.77841$	$\nu_4 = 41.30$
$r_8 = -27.3640$	$d_8 = 1.5289$		
$r_9 = 84.7620$	$d_9 = 4.0099$	$n_5 = 1.72716$	$\nu_5 = 32.75$
$r_{10} = -297.0625$	$d_{10} = 1.5580$		
$r_{11} = 17.5903$	$d_{11} = 3.6515$	$n_6 = 1.72326$	$\nu_6 = 41.01$

13

14

$r_{12} = 120.0000$	$d_{12} = 2.3124$	$n_1 = 1.72770$	$\nu_1 = 36.78$
$r_{13} = 17.1575$	$d_{13} = 1.6000$		
$r_{14} = \infty$ (絞り)	$d_{14} = 1.6000$		
$r_{15} = -16.9058$	$d_{15} = 2.1295$	$n_8 = 1.74620$	$\nu_8 = 28.04$
$r_{16} = 22.5273$	$d_{16} = 3.4677$	$n_9 = 1.60520$	$\nu_9 = 65.48$
$r_{17} = -16.3929$	$d_{17} = 0.1000$		
$r_{18} = 90.1967$	$d_{18} = 1.9934$	$n_{10} = 1.62033$	$\nu_{10} = 63.38$
$r_{19} = -24.7421$	$d_{19} = 0.1000$		
$r_{20} = 28.1896$	$d_{20} = 1.9932$	$n_{11} = 1.62033$	$\nu_{11} = 63.38$
$r_{21} = -72.3251$	$d_{21} = 0.1000$		
$r_{22} = 19.3113$	$d_{22} = 3.4802$	$n_{12} = 1.62033$	$\nu_{12} = 63.38$
$r_{23} = 30.0000$	$d_{23} = 2.0000$		
$r_{24} = \infty$	$d_{24} = 7.5000$	$n_{13} = 1.51825$	$\nu_{13} = 64.15$
$r_{25} = \infty$			
$ f_1/f  = 1.956, f_2/f = 4.000, f_{25}/f_2 = 0.407$			
$ f/f_{12}  = 0.189,  f_{15}/f  = 1.403$			

## 【0030】実施例 8

$f = 8.816, F/1.655, 2\omega = 66.634^\circ$			
$r_1 = 40.2596$	$d_1 = 3.4897$	$n_1 = 1.82531$	$\nu_1 = 42.61$
$r_2 = 105.1643$	$d_2 = 0.1000$		
$r_3 = 26.1655$	$d_3 = 2.3461$	$n_2 = 1.49845$	$\nu_2 = 81.61$
$r_4 = 10.5574$	$d_4 = 5.9632$		
$r_5 = 44.8898$	$d_5 = 1.9303$	$n_3 = 1.49845$	$\nu_3 = 81.61$
$r_6 = 9.0371$	$d_6 = 4.1385$		
$r_7 = -35.1192$	$d_7 = 4.5660$	$n_4 = 1.77909$	$\nu_4 = 43.04$
$r_8 = -28.1211$	$d_8 = 1.5289$		
$r_9 = 88.2502$	$d_9 = 4.0099$	$n_5 = 1.72810$	$\nu_5 = 33.96$
$r_{10} = -255.2761$	$d_{10} = 1.5580$		
$r_{11} = 17.4562$	$d_{11} = 3.6515$	$n_6 = 1.72234$	$\nu_6 = 40.87$
$r_{12} = 120.0000$	$d_{12} = 2.3124$	$n_7 = 1.72924$	$\nu_7 = 38.25$
$r_{13} = 16.9883$	$d_{13} = 1.6000$		
$r_{14} = \infty$ (絞り)	$d_{14} = 1.6000$		
$r_{15} = -16.6430$	$d_{15} = 2.1295$	$n_8 = 1.74430$	$\nu_8 = 27.94$
$r_{16} = 22.8631$	$d_{16} = 3.4677$	$n_9 = 1.60520$	$\nu_9 = 65.48$
$r_{17} = -16.4722$	$d_{17} = 0.1000$		
$r_{18} = 89.6907$	$d_{18} = 1.9934$	$n_{10} = 1.62033$	$\nu_{10} = 63.38$
$r_{19} = -24.8242$	$d_{19} = 0.1000$		
$r_{20} = 27.5438$	$d_{20} = 1.9932$	$n_{11} = 1.62033$	$\nu_{11} = 63.38$
$r_{21} = -71.7762$	$d_{21} = 0.1000$		
$r_{22} = 18.8994$	$d_{22} = 3.4802$	$n_{12} = 1.62033$	$\nu_{12} = 63.38$
$r_{23} = 30.0000$	$d_{23} = 2.0000$		
$r_{24} = \infty$	$d_{24} = 7.5000$	$n_{13} = 1.51825$	$\nu_{13} = 64.15$
$r_{25} = \infty$			
$ f_1/f  = 2.062, f_2/f = 4.375, f_{25}/f_2 = 0.364$			
$ f/f_{12}  = 0.196,  f_{15}/f  = 1.463$			

## 【0031】実施例 9

$f = 8.817, F/1.655, 2\omega = 66.717^\circ$			
$r_1 = 75.9424$	$d_1 = 3.4897$	$n_1 = 1.82503$	$\nu_1 = 39.53$
$r_2 = 283.9704$	$d_2 = 0.1000$		
$r_3 = 25.5502$	$d_3 = 2.3461$	$n_2 = 1.49845$	$\nu_2 = 81.61$



$r_1 = 10.5169$	$d_1 = 5.9632$		
$r_2 = 48.9451$	$d_2 = 1.9303$	$n_2 = 1.49845$	$\nu_2 = 81.61$
$r_3 = 10.1712$	$d_3 = 4.1385$		
$r_4 = -27.3002$	$d_4 = 4.5660$	$n_4 = 1.79589$	$\nu_4 = 43.13$
$r_5 = -25.2070$	$d_5 = 1.5289$		
$r_6 = 127.3611$	$d_6 = 4.0099$	$n_6 = 1.76323$	$\nu_6 = 35.15$
$r_{11} = -55.4611$	$d_{11} = 1.5580$		
$r_{12} = 16.6386$	$d_{12} = 3.6515$	$n_{12} = 1.73434$	$\nu_{12} = 41.80$
$r_{13} = 120.0000$	$d_{13} = 2.3124$	$n_{13} = 1.71617$	$\nu_{13} = 38.25$
$r_{14} = 16.3821$	$d_{14} = 1.6000$		
$r_{15} = \infty$ (絞り)	$d_{15} = 1.6000$		
$r_{16} = -14.5669$	$d_{16} = 2.1295$	$n_{16} = 1.74604$	$\nu_{16} = 27.91$
$r_{17} = 21.3036$	$d_{17} = 3.4677$	$n_{17} = 1.60520$	$\nu_{17} = 65.48$
$r_{18} = -15.1206$	$d_{18} = 0.1000$		
$r_{19} = 161.2466$	$d_{19} = 1.9934$	$n_{19} = 1.62033$	$\nu_{19} = 63.38$
$r_{20} = -23.5942$	$d_{20} = 0.1000$		
$r_{21} = 30.2710$	$d_{21} = 1.9932$	$n_{21} = 1.62033$	$\nu_{21} = 63.38$
$r_{22} = -86.8836$	$d_{22} = 0.1000$		
$r_{23} = 18.5387$	$d_{23} = 3.4802$	$n_{23} = 1.62033$	$\nu_{23} = 63.38$
$r_{24} = 30.0000$	$d_{24} = 2.0000$		
$r_{25} = \infty$	$d_{25} = 7.5000$	$n_{25} = 1.51825$	$\nu_{25} = 64.15$
$r_{26} = \infty$			
$ f_1/f  = 1.955,  f_2/f  = 3.125,  f_{25}/f_2  = 0.522$			
$ f/f_{12}  = 0.041,  f_{13}/f  = 1.594$			

ただし  $r_1, r_2, \dots$  はレンズ各面の曲率半径、 $d_1, d_2, \dots$  は各レンズの肉厚およびレンズ間隔、 $n_1, n_2, \dots$  は各レンズの e 線の屈折率、 $\nu_1, \nu_2, \dots$  は各レンズの d 線のアッペ数である。

【0032】実施例 1 は、図 1 に示すレンズ構成であり、第 1 レンズ群は物体側から順に、物体側に凸面を向けた正のメニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた 2 枚の負のメニスカスレンズからなり、第 2 レンズ群は物体側から順に、両凸レンズと、負のメニスカスレンズと正のメニスカスレンズにて構成され像側に凹面を向けた接合メニスカスレンズからなり、第 3 レンズ群は物体側から順に、両凹レンズと両凸レンズにて構成された物体側に凹面を向けた接合メニスカスレンズと、両凸レンズと、物体側に凸面を向けた正のメニスカスレンズからなり、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群の間に絞りを配置してある。

【0033】実施例 2 は、図 2 に示すレンズ構成であり、実施例 1 と比較して第 2 レンズ群が、物体側から順に、物体側に凹面を向けたメニスカスレンズと、両凸レンズと、像側に凹面を向けたメニスカス単レンズからなる点と、第 3 レンズ群が物体側から順に、両凹レンズと両凸レンズにて構成され物体側に凹面を向けた接合メニスカスレンズと、両凸レンズと、物体側に凸面を向けた 2 枚の正のメニスカスレンズからなる点で異なっている。

【0034】実施例 3 は、図 3 に示すレンズ構成であ

り、実施例 2 と比較して第 3 レンズ群が、物体側から順に、両凹レンズと両凸レンズから構成され物体側に凹面を向けたメニスカスレンズと、2 枚の両凸レンズと、物体側に凸面を向けた正のメニスカスレンズとからなる点で異なっている。

【0035】実施例 4 と実施例 6 は、図 4 に示すレンズ構成であり、実施例 3 と比較して、第 1 レンズ群が、物体側から順に、物体側に凸面を向けた正のメニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた負のメニスカスレンズと、負のパワーの強い方の面を像側に向けた両凹レンズからなる点と、第 2 レンズ群が、物体側から順に、物体側に凹面を向けたメニスカスレンズと、両凸レンズと、正のメニスカスレンズと負のメニスカスレンズにて構成され像側に凹面を向けた接合メニスカスレンズからなる点で異なっている。

【0036】実施例 5 は、図 5 に示すレンズ構成であり、実施例 4 と比較して、第 2 レンズ群が物体側から順に、物体側に凹面を向けたメニスカスレンズと、両凸レンズと、絞りと、両凸レンズと両凹レンズにて構成され像側に凹面を向けた接合メニスカスレンズからなる点と、第 3 レンズ群が、物体側から順に、両凹レンズと両凸レンズにて構成され物体側に凹面を向けた接合メニスカスレンズと、像側に凸面を向けた正のメニスカスレンズと、両凸レンズと、物体側に凸面を向けた正のメニスカスレンズからなる点で異なっている。

【0037】実施例 7 と実施例 8 と実施例 9 は、図 6 に

示すレンズ構成であり、実施例 4 と比較して第 1 レンズ群が、物体側から順に、物体側に凸面を向けた正のメニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた 2 枚の負のメニスカスレンズからなる点で異なっている。

【0038】なお、各実施例では第 3 レンズを負のメニスカスレンズ又は両凹レンズで構成しているが、このレンズの物体側の面はパワーが弱いため、第 3 レンズを平凹レンズとしても良い。又、各実施例の断面図中、 $G_1$ 、 $G_2$ 、 $G_3$  は夫々第 1 レンズ群、第 2 レンズ群、第 3 レンズ群を表わしている。

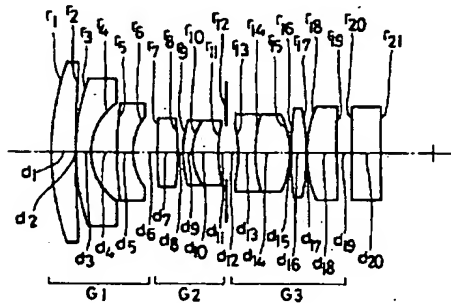
【0039】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、バックフォーカスの長い、しかも最近の高密度な撮像素子を使用したカメラに最適な、高い光学性能を持つ広角レンズを実現することができる。

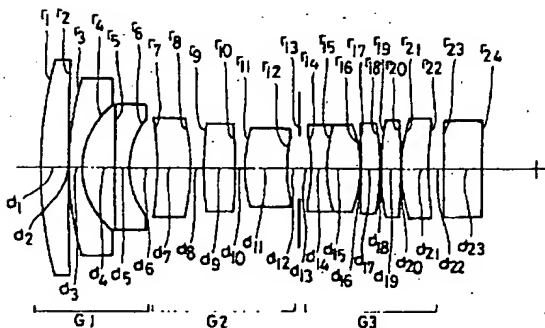
【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施例 1 のレンズ構成を示す図

【図 1】



【図 3】



【図 2】本発明の実施例 2 のレンズ構成を示す図

【図 3】本発明の実施例 3 のレンズ構成を示す図

【図 4】本発明の実施例 4 および実施例 6 のレンズ構成を示す図

【図 5】本発明の実施例 5 のレンズ構成を示す図

【図 6】本発明の実施例 7 ないし実施例 9 のレンズ構成を示す図

【図 7】本発明の実施例 1 の収差曲線図

【図 8】本発明の実施例 2 の収差曲線図

10 【図 9】本発明の実施例 3 の収差曲線図

【図 10】本発明の実施例 4 の収差曲線図

【図 11】本発明の実施例 5 の収差曲線図

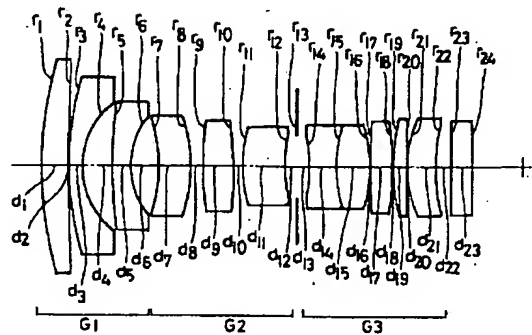
【図 12】本発明の実施例 6 の収差曲線図

【図 13】本発明の実施例 7 の収差曲線図

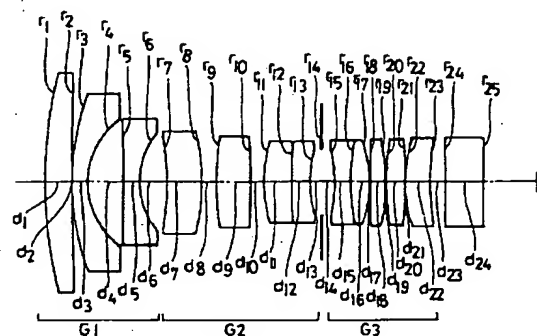
【図 14】本発明の実施例 8 の収差曲線図

【図 15】本発明の実施例 9 の収差曲線図

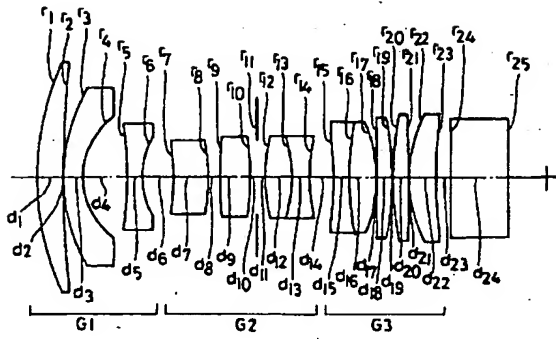
【図 2】



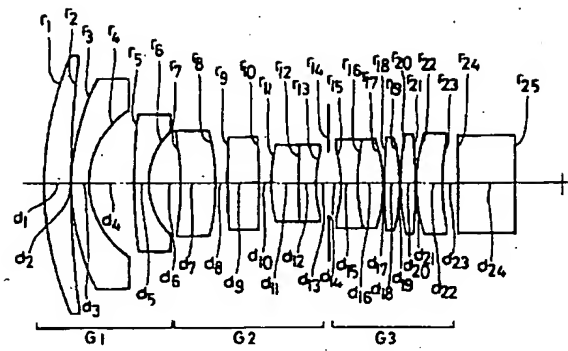
【図 4】



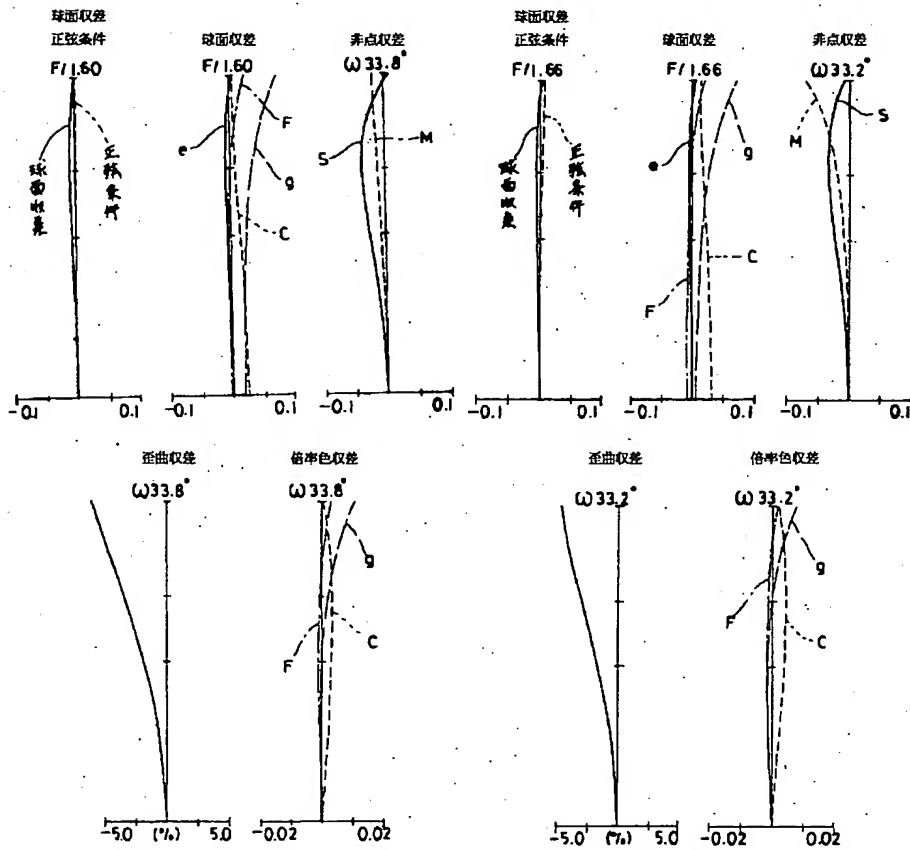
【図 5】



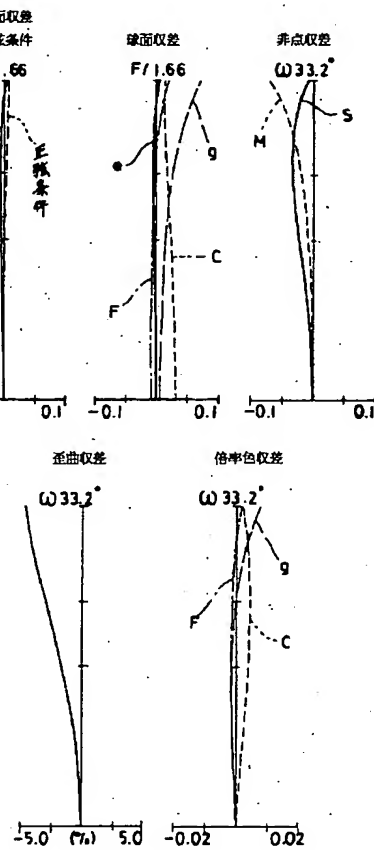
【図 6】



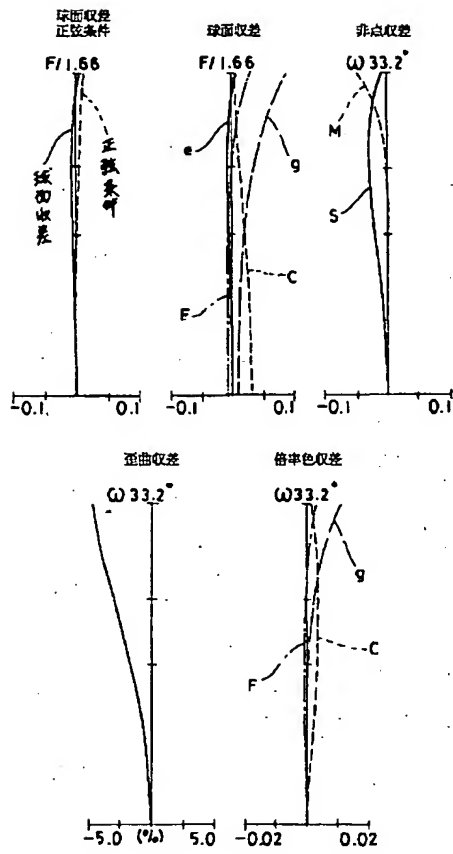
【図 7】



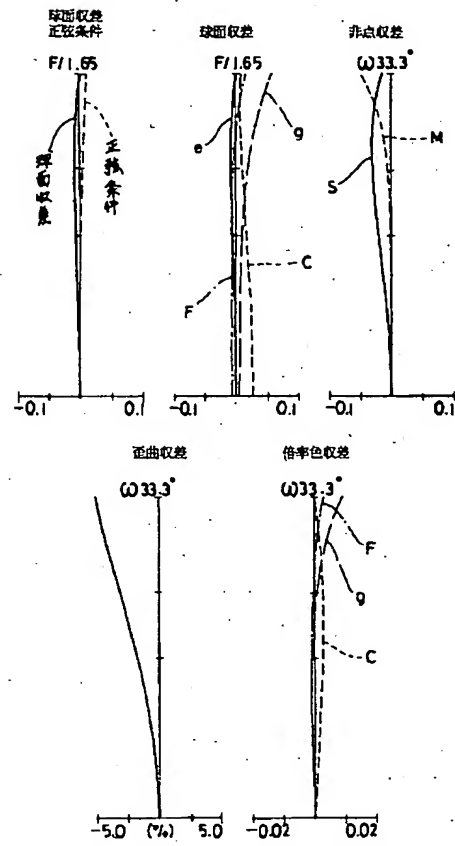
【図 8】



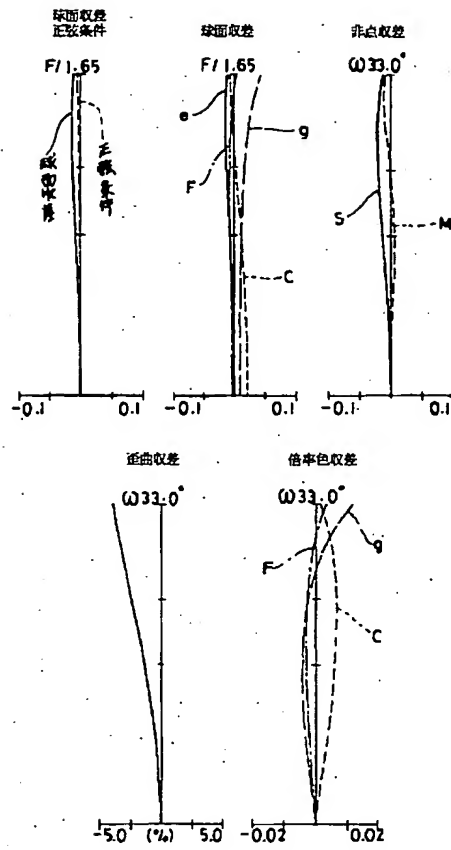
【図9】



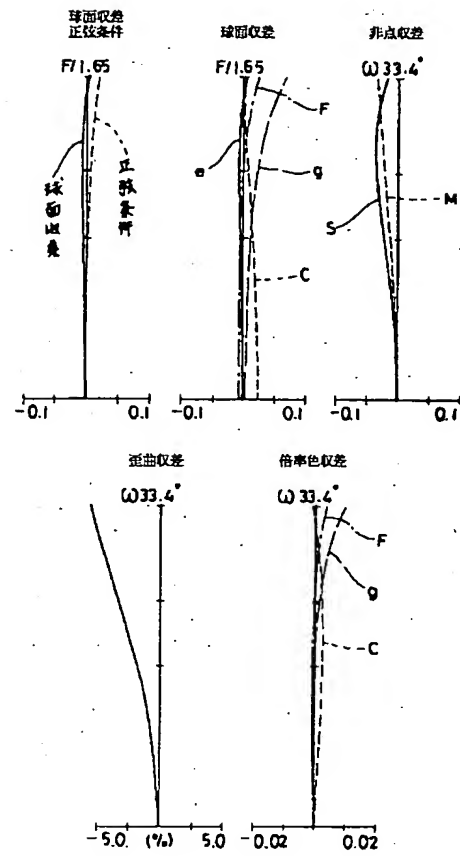
【図10】



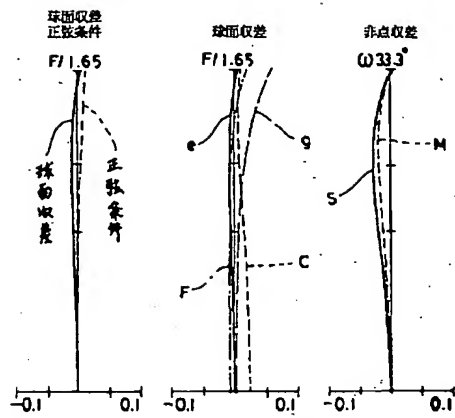
【図 1.1】



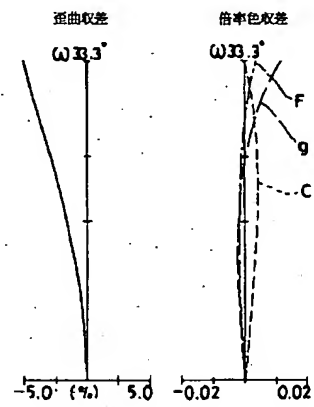
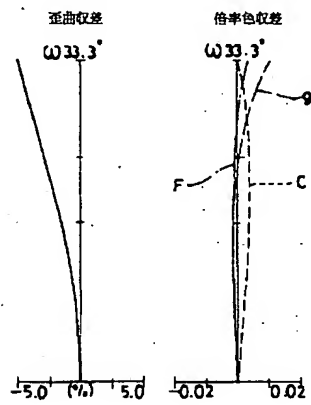
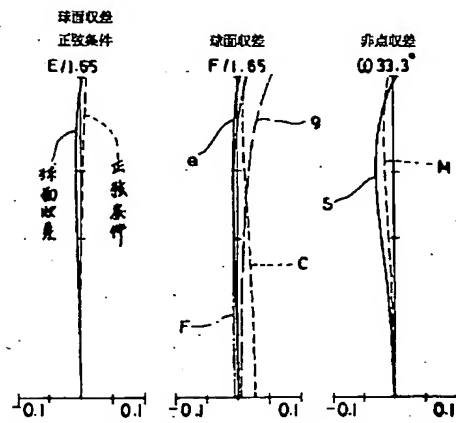
【図 1.2】



【図13】



【図14】



【図15】

